

Posudek disertační práce:

„Hydroelastic response of hydrofiol under cavitation conditions“

Autor: Ing. Pavel Čupr

Předložená práce představuje vysoce nadstandardní a aktuální příspěvek k řešení problematiky experimentálního a výpočtového výzkumu přídavných účinků od proudu kapaliny na obtékaný hydraulický profil. Ačkoliv by se dalo očekávat, že v této oblasti se bude jednat o redundantní výzkum, který kopíruje stávající výsledky, autor i vedoucí práce jednoznačně prokázali, že se dokáží na studovanou problematiku podívat velmi nevšedním způsobem. Přestože lze v práci nalézt řadu standardních postupů a metod, které se více či méně používají, její hlavní přínos je v synergii stávajících poznatků do uceleného postupu, který lze aplikovat v průmyslovém prostředí na konkrétní úlohy zvyšování efektivity hydraulických profilů v proudu kapalin. A právě tato synergie a aplikační koncovka je tím nejvyšším a tolik potřebným přínosem, kterým se práce může pochlubit v souhrnném pohledu.

Cíle práce jsou pregnantně i když poněkud stručně popsány v kapitole „3. Goals of the doctoral thesis“ a nutno poznamenat, že na každý vytyčený dílčí cíl by se dala napsat samostatná disertační práce. Teoretický background je úzce zaměřený na řešené téma a odpovídající zvoleným cílům. Osobně bych rád uvítal i pár informací i stochastických přístupech a větší důraz na MDOF systémy oproti SDOF, ale s ohledem na praktickou realizaci experimentů a nutnost zjednodušujícího přístupu, který by dokázal adekvátně popsat chování hydraulického profilu, je tato střídmost pochopitelná. Jako velmi užitečný je nutno brát skript pro hodnocení harmonické odezvy. I když se jedná o standardní zpracování signálu, je přínosem její zautomatizování a propojení s celým systémem hodnocení frekvenčního spektra. Tvůrčí duch autora je patrný i v navazující části experimentálního měření a použitého vybavení, které je vhodným způsobem modifikováno, tak aby se dalo ve finále použít na úlohy v průmyslové praxi. Jedná se především o modifikovaný kavitační tunel úspěšně obhájeno v projektu programu Epsilon „Výzkum kmitání lopatek vodní turbíny s ohledem na poskytnutí rozšířeného pásma regulace pro zajištění stability a bezpečnosti energetické soustavy“. Dynamická odezva profilu byla analyzována pro dva typy buzení: buzení odtržením mezní vrstvy a Kármánových vírů a dále buzení pomocí externího budiče připojeného k lopatce. Experimentální měření bylo provedeno pro lopatku umístěnou jak v kavituji, tak nekavituji proudění. Získané experimentální výsledky byly použity pro verifikaci přídavných účinků a validaci numerických modelů. Ačkoliv to autor nezmiňuje, byly jistě i nezbytným podkladem pro naladění numerického modelu.

Zpracování numerického modelu řešené úlohy je i s přihlédnutím k triviální geometrii nadstandardní. FSI analýza a navíc rozšířená o následnou frekvenční analýzu je nad rámec této práce a proto rozumím, že nebyla provedena, ačkoliv by bylo jistě velmi zajímavé v tomto směru pokračovat a překonat i tuto skutečně velkou překážku při hodnocení frekvenční odezvy hydraulického profilu. Přesto i zjednodušený přístup dokáže vhodně nahradit přechodovou dvou cestnou vázanou analýzu jak správně ukazuje srovnání experimentu s numerickým modelem u provedené modální analýzy. Výhodou transientní FSI analýzy je jistě možnost zahrnout i nelinearity, které jsou bohužel v modální analýze potlačeny.

Vlastní přínos autora krom výše uvedeného lze jistě spatřovat v modifikaci modálního přístupu pro stanovení disipační energie a hydrodynamického tlumení, stanovení a ověření experimentálního postupu hydrodynamického tlumení a stanovení vlastních frekvencí hydraulického profilu s přihlédnutím k modifikovaným kavitačním charakteristikám. Jako přínos vidím a oceňuji i doporučený

směr dalšího výzkumu, který není jen planým konstatováním, co se nepovedlo, ale je reálným návodem pro budoucí výzkum v této oblasti.

Oceňuji rovněž kvalitní formální úpravu a především kvalitní anglický jazyk použitý v této práci. Je velká škoda, že takových prací není více a je velmi dobře, že výsledky této práce se mohou takto dostat i mimo region ČR.

Závěr a shrnutí

Autor v předložené práci jasně prokázal, že se orientuje nadstandardně ve své oblasti a představuje zkušeného odborníka, který jako málokterý dokáže skloubit jak nejnovější vědecké poznatky, tak jejich praktické využití a dokáže rozlišit aplikační potenciál konkrétních problémů. Vytýčené cíle byly dosaženy v míře více jak vrchovaté a nad rámec běžných disertačních prací. Na základě prostudování předložené práce, vřele doporučuji udělení akademického titulu Ph.D.

V Brně, dne 4. června 2021



doc. Ing. Petr Koňas, Ph.D.

Případné volitelné otázky do rozpravy:

Str.73 v textu mi trochu chybí polemika nad rozdílem kavitačních čísel mezi buzeným a indukovaným kmitáním. Rozdíl při některých rychlostech proudění vykazuje rozdíl až 14% a při některých rychlostech je téměř shodné

Str. 74 – autor uvádí, že se bohužel z nedostatku času díky komplikacím při experimentu, nedařilo provést transientní FEM analýzu, přestože byla již podobná úloha i když s modifikovanými okrajovými podmínkami úspěšně obhájena. Proč se nedařilo přenést řešení zmíněných transientních úloh na problematiku řešenou v disertační práci?

Str. 79 – jakých zjednodušení se autor dopouští řešením vlastních tvarů pomocí modální analýzy namísto transientní analýzy? Jaký vliv mohou hrát setrvačné efekty proudícího media?

Str.87 – proč byl použit turbulentní model $k-\omega$ SST místo DNS případně SRS?